



CONTAMINANTES EM AMBIENTES AQUÁTICOS

Emilly Christiny dos Santos Rosa¹, Victoria Dourado², José Eduardo Gonçalves³, Maria De Los Angeles Perez Lizama⁴

¹Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista Capes, Modalidade I. christinyemilly.10@hotmail.com.

²Pesquisadora no Laboratório Interdisciplinar de Análises Biológicas e Químicas - Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Maringá-PR, Brasil. vividourado24@gmail.com.

³Co-Orientador, Doutor, Docente no Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR. Pesquisador Bolsista de Produtividade e Pesquisa do CNPQ. jeroncal@gmail.com.

⁴Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR. Pesquisadora Bolsista de Produtividade Pesquisa da Fundação Araucária. maria.lizama@unicesumar.edu.br.

RESUMO

A contaminação dos ambientes aquáticos representa um desafio global complexo, impulsionado por atividades humanas que introduzem uma variedade de poluentes, desde metais pesados a compostos orgânicos e micropoluentes. Essa poluição afeta a biodiversidade, a saúde humana e exige estratégias de mitigação eficazes. Este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão breve sobre os principais tipos de contaminantes encontrados em ambientes aquáticos, suas origens, os impactos ecológicos e à saúde humana decorrentes da exposição a esses poluentes. A revisão bibliográfica abrangente utilizou bases de dados científicas e documentos oficiais para analisar os tipos de contaminantes, suas fontes, impactos e a legislação brasileira. Os resultados destacam a eutrofização, a bioacumulação de substâncias tóxicas e a ameaça dos plásticos como problemas críticos. A proteção dos recursos hídricos requer ações integradas, como o tratamento avançado de efluentes, práticas sustentáveis, fiscalização rigorosa e conscientização da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização; Metais Pesados; Poluentes.

1 INTRODUÇÃO

A integridade dos ambientes aquáticos, sejam eles rios, lagos, oceanos ou aquíferos, é fundamental para a manutenção da vida no planeta, fornecendo recursos essenciais e serviços ecossistêmicos vitais (PLESSIS, 2022). No entanto, a crescente pressão antrópica tem resultado em uma degradação alarmante da qualidade da água em escala global, com a introdução de uma vasta gama de substâncias e agentes poluidores. Este cenário de contaminação generalizada representa um desafio complexo, com implicações profundas tanto para a biodiversidade aquática quanto para a saúde humana (HALDAR et al., 2022).

A diversidade de contaminantes em ambientes aquáticos é vasta e abrange desde compostos inorgânicos, como metais pesados, a substâncias orgânicas complexas, incluindo poluentes emergentes. Cada categoria de poluente possui características físico-químicas distintas que influenciam seu transporte, destino e efeitos nos ecossistemas aquáticos (CAVALCANTE, 2020). As fontes desses contaminantes são multifacetadas, incluindo, mas não se limitando a, efluentes industriais e domésticos não tratados, escoamento agrícola contendo agrotóxicos e fertilizantes, e o descarte inadequado de resíduos sólidos (LOPES & ALBUQUERQUE, 2018).

A presença desses contaminantes desencadeia uma série de impactos negativos. A eutrofização, por exemplo, é um fenômeno comum em corpos d'água receptores de excesso de nutrientes, levando à proliferação de algas, depleção de oxigênio e perda de biodiversidade (VALENTE et al., 1997). Além disso, a bioacumulação e biomagnificação de substâncias tóxicas ao longo da cadeia alimentar representam um risco direto para a fauna aquática e, em última instância, para os seres humanos que consomem alimentos de origem aquática (COSTA; OLIVI; BOTTA; ESPINDOLA, 2008). A toxicidade em ambientes



aquáticos é um campo de estudo crucial para compreender os efeitos adversos de diferentes poluentes.

Diante desse cenário, a necessidade de estratégias eficazes de mitigação e controle da poluição aquática é premente. Isso envolve não apenas a implementação de tecnologias avançadas de tratamento de efluentes, mas também a adoção de práticas sustentáveis em todos os setores produtivos e o fortalecimento de marcos regulatórios. A legislação ambiental desempenha um papel fundamental na definição de limites e na promoção de ações de conservação.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão breve sobre os principais tipos de contaminantes encontrados em ambientes aquáticos, suas origens, os impactos ecológicos e à saúde humana decorrentes da exposição a esses poluentes, e discutir a relevância da legislação brasileira para a gestão e proteção desses recursos hídricos vitais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido como uma revisão bibliográfica abrangente com o objetivo de sintetizar o conhecimento atual sobre a contaminação em ambientes aquáticos. A metodologia empregada baseou-se na coleta e análise sistemática de informações provenientes de diversas fontes de literatura científica e documentos oficiais, garantindo a solidez e a relevância dos dados apresentados. A pesquisa foi realizada nos meses de junho e julho de 2025.

A pesquisa de literatura foi conduzida utilizando-se as bases de dados eletrônicas Scopus, Web of Science e ScienceDirect, que são reconhecidas por sua abrangência e rigor científico. Foram priorizados artigos de revisão, estudos de caso e pesquisas originais publicados em periódicos com revisão por pares e reconhecida relevância na área de ciências ambientais e química.

Além da literatura científica, foram consultados documentos oficiais e normativos de órgãos governamentais e agências reguladoras brasileiras, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Essa abordagem permitiu incorporar informações sobre a legislação vigente, padrões de qualidade da água, diretrizes para o monitoramento e estratégias de gestão ambiental.

A seleção dos materiais foi realizada com base em critérios de pertinência ao tema central do artigo, atualidade (preferencialmente publicações dos últimos 10-15 anos, salvo para conceitos fundamentais), e a reputação da fonte. Os dados e informações extraídos foram analisados criticamente, com foco na identificação dos principais tipos de contaminantes, suas fontes, mecanismos de transporte e transformação, efeitos sobre a biota aquática e a saúde humana, bem como as abordagens de controle e remediação. A síntese desses dados embasou a discussão dos resultados e as conclusões apresentadas neste trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A revisão bibliográfica permitiu identificar e categorizar os principais contaminantes que afetam os ambientes aquáticos, evidenciando a complexidade e a diversidade de suas fontes e impactos. Observou-se que a contaminação não se restringe a uma única classe de poluentes, mas sim a um espectro que inclui desde substâncias inorgânicas até complexos compostos orgânicos.

Os metais pesados, como chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd), destacam-se entre os contaminantes inorgânicos. Sua presença em corpos d'água é frequentemente associada a efluentes industriais, atividades mineradoras e descarte inadequado de



baterias e eletrônicos (CAVALCANTE, 2020). A característica mais preocupante desses elementos é sua não-biodegradabilidade e sua tendência a se bioacumular nos tecidos dos organismos aquáticos, movendo-se e concentrando-se ao longo da cadeia alimentar (COSTA; OLIVI; BOTTA; ESPINDOLA, 2008). Por exemplo, a ingestão de peixes contaminados com mercúrio pode levar a problemas neurológicos graves em humanos.

Em relação aos compostos orgânicos, a pesquisa revelou a predominância de substâncias como fenóis, óleos, graxas e detergentes, que são lançados em grandes volumes por esgotos domésticos e industriais não tratados. No Brasil, a legislação ambiental busca mitigar esses problemas, onde a Lei Nº 9.966/1990 trata da poluição marinha por óleo e lixo. Além de causarem alterações estéticas e olfativas na água, esses compostos podem ser tóxicos para a biota aquática, comprometendo a capacidade de respiração e reprodução de peixes e invertebrados (LACERDA & MALM, 2008). Os detergentes, em particular, podem causar a formação de espuma na superfície da água, reduzindo a penetração de luz e afetando a fotossíntese de organismos aquáticos.

A eutrofização, um fenômeno recorrente e severo, é um resultado direto do excesso de nitrogênio (N) e fósforo (P) nos corpos d'água, provenientes principalmente do escoamento agrícola (fertilizantes) e do esgoto doméstico e industrial, onde a Resolução CONAMA Nº 430/2011 estabelece padrões para o lançamento desses efluentes. Esse enriquecimento de nutrientes promove o crescimento descontrolado de algas e cianobactérias, formando densas florações que reduzem a transparência da água e, ao morrerem e se decomporem, consomem o oxigênio dissolvido, criando zonas anóxicas onde a vida aquática macroscópica não consegue sobreviver (BILA; DEZOTTI, 2003).

Um grupo de contaminantes de crescente preocupação são os micropoluentes ou contaminantes emergentes, que incluem fármacos, produtos de higiene pessoal (PHPs) e hormônios. Embora presentes em concentrações geralmente baixas (nanogramas a microgramas por litro), seus efeitos a longo prazo e a interação entre diferentes compostos ainda são pouco compreendidos. Estudos indicam que a exposição crônica a esses poluentes pode induzir alterações endócrinas em peixes e outros organismos aquáticos, afetando sua reprodução e desenvolvimento (BILA; DEZOTTI, 2003). A dificuldade de remoção desses compostos por estações de tratamento convencionais agrava o problema.

Por fim, o plástico e seus derivados representam uma ameaça ambiental significativa. A fragmentação de itens maiores em microplásticos e nanoplásticos permite sua ingestão por uma vasta gama de organismos aquáticos, desde o zooplâncton até grandes mamíferos marinhos. Além dos danos físicos diretos (obstrução do trato digestório, emaranhamento), esses contaminantes atuam como vetores para a sorção e transporte de outros poluentes orgânicos persistentes e metais pesados, liberando-os no organismo que os ingere (KRISTANTI et al., 2022). A persistência desses materiais no ambiente aquático por centenas de anos significa que o problema continuará a crescer se não houver mudanças drásticas nas práticas de consumo e descarte.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise abrangente da literatura científica e dos documentos regulatórios reforça a complexidade e a urgência do problema da contaminação em ambientes aquáticos. Os resultados apresentados evidenciam que a poluição da água é um fenômeno multifacetado, impulsionado por diversas atividades antrópicas que introduzem uma gama heterogênea de poluentes, desde metais pesados persistentes e compostos orgânicos convencionais até os emergentes micropoluentes e o ubíquo plástico. Cada tipo de contaminante possui características e interações distintas com o ambiente aquático, resultando em uma cascata de impactos ambientais e na saúde humana.



A eutrofização, a bioacumulação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar e a toxicidade crônica induzida por micropoluentes são alguns dos exemplos mais contundentes dos danos ecológicos observados. Esses impactos não se restringem aos ecossistemas aquáticos, mas se estendem à saúde humana por meio da ingestão de água contaminada e alimentos de origem aquática, resultando em uma variedade de problemas de saúde, desde doenças gastrointestinais até disfunções endócrinas e neurológicas. A persistência de muitos desses poluentes e a dificuldade de sua remoção por métodos convencionais de tratamento de água e efluentes amplificam o desafio.

Diante desse cenário, a proteção dos recursos hídricos exige uma abordagem integrada e proativa. É fundamental que as políticas públicas sejam continuamente aprimoradas, com fiscalização rigorosa e incentivos para a adoção de tecnologias de tratamento de efluentes mais eficientes, capazes de remover uma gama mais ampla de contaminantes, incluindo os emergentes. A legislação ambiental brasileira, exemplificada pela Resolução CONAMA Nº 430/2011, representa um passo importante, mas sua efetividade depende da aplicação consistente e do monitoramento contínuo.

Além das ações regulatórias, é imperativo promover práticas de uso e manejo sustentável em todos os setores, especialmente na agricultura, com a redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, e na indústria, com a implementação de processos de produção mais limpos. A educação ambiental e a conscientização da sociedade sobre o descarte correto de resíduos e o consumo consciente são igualmente cruciais para reduzir a carga de poluentes que chegam aos nossos rios, lagos e oceanos. Somente com um esforço conjunto e contínuo será possível salvaguardar a qualidade da água e, por extensão, a saúde dos ecossistemas e da humanidade.

REFERÊNCIAS

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 306-310, maio/jun. 2003.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.

CAVALCANTE, R. M. **Contaminantes orgânicos em ambientes aquáticos**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. Disponível em:
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55985/4/2020_liv_rmcavalante.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1109-1117. 2008.

HALDAR K.; KUJAWA-ROELEVELD K.; HOFSTRA N.; DATTA D.K.; RIJNAARTS H. Microbial contamination in surface water and potential health risks for peri-urban farmers of the Bengal delta. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Volume 244. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114002>.



KRISTANTI, RA, HADIBARATA, T., SYAFRUDIN, M. et al. Contaminantes Microbiológicos na Água Potável: Situação Atual e Desafios. **Água Ar Poluição do Solo** 233 , 299 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05698-3>.

LACERDA LD DE, MALM O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise de áreas críticas. **Estudos Avançados**, 22(63), 173–190. 2008; Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200011>.

LOPES, C. V. A.; & ALBUQUERQUE, G. S. C. DE; 2018. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Em Debate**, 42(117), 518–534. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>.

PLESSIS A.D. Persistent degradation: Global water quality challenges and required actions. **One Earth**, Volume 5, Issue 2, Pages 129-131. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.01.005>.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; & SILVA, A. M. M. 1997. Contribuição da cidade de Botucatu - SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclética Química**, 22, 31–48. <https://doi.org/10.1590/S0100-46701997000100004>.